

(54) METHOD OF DETECTING LINE OF SIGHT IN LINE OF SIGHT DETECTOR

(11) 3-177828 (A) (43) 1.8.1991 (19) JP

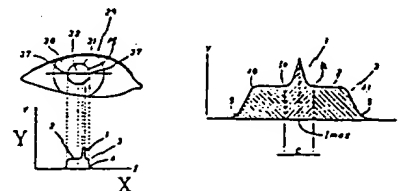
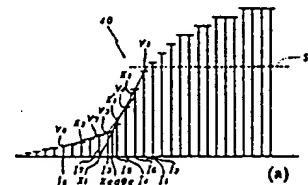
(21) Appl. No. 64-316468 (22) 7.12.1989

(71) ASAHI OPTICAL CO LTD (72) OSAMU SHINDO

(51) Int. Cl.³ G03B13/36, A61B3/113, G02B7/28

PURPOSE: To accurately detect the direction of a line of sight by finding the center of the pupil and the position of a 1st Purkinje image by using many bit elements and finding the pupil center from the intersection of a 1st and a 2nd straight line.

CONSTITUTION: The pupil center 32 and the position of the 1st Purkinje image P₁ are found by using many bit elements. Further, only the 1st straight line K₁ and 2nd straight line K₂ are used according to a Newton method to find the inflection point 5 of a photoelectric conversion signal distribution curve as their intersection and the inflection point 5 is regarded as the position of the edge 37 of the pupil to find the center 32 of the pupil. Consequently, while the influence of a noise, ghost, etc., is removed as much as possible, the direction of the line of sight can accurately be detected, and the method of signal processing is made easy.



X: bit number, Y: output value, (a) bit elements string of of linear line sensor (bit number)

Best Available Cop

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)8月1日

G 03 B 13/36
A 61 B 3/113
G 02 B 7/28

7448-2H G 03 B 3/00
7448-2H G 02 B 7/11
8718-4C A 61 B 3/10

A
N
B

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全13頁)

⑮ 発明の名称 視線検出装置の視線検出方法

⑯ 特 願 平1-316468

⑰ 出 願 平1(1989)12月7日

⑱ 発 明 者 進 藤 修 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社
内

⑲ 出 願 人 旭光学工業株式会社 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

⑳ 代 理 人 弁理士 西脇 民雄

明 細 書

1. 発明の名称

視線検出装置の視線検出方法

2. 特許請求の範囲

(1) 第一ブルキンエ像に対応するピーク成分と
眼底からの反射光束に対応する信号成分とを含む
光電変換信号分布曲線を得る段階と、

該光電変換信号分布曲線を信号処理して第一ブ
ルキンエ像の位置を検出する段階と、

第一ブルキンエ像を含むピーク成分を信号処理
の対象から除外する段階と、

眼の瞳孔の縁の位置を検出する段階と、

該瞳孔の縁の位置に基づき瞳孔中心を求め、前
記瞳孔中心と前記第一ブルキンエ像との位置関係
から視線の方向を検出する段階とからなる視線検
出装置の視線検出方法において、

前記光電変換信号分布曲線を信号処理して第一
ブルキンエ像の位置を検出する段階が、前記光電
変換信号分布曲線のピーク値に対応するビット素
子を検索する処理を行う段階と、

ピーク値を出力するビット素子とそのビット素
子を含む複数個のビット素子とから第一ブルキン
エ像の位置を内挿する段階と、

からなり、

前記第一ブルキンエ像を含むピーク成分を信号
処理の対象から除外する段階が、前記ピーク値に
対応するビット素子を含んで複数個のビット素子
を信号処理の対象から外すことであり、

前記瞳孔の縁を求める段階が、

その信号処理の対象から除外されたピーク成分
の左側の曲線と右側の曲線とについて、一方の曲
線の他方の曲線側に位置するビット素子の出力値
に基づいてその他方の曲線側のビット素子の出力
値よりも小さいスレシホールドレベルを設定する
段階と、

そのスレシホールドレベルを境に隣合った二個
のビット素子であって一方のビット素子の出力値
が前記スレシホールドレベルよりも小さく他方の
ビット素子の出力値が前記スレシホールドレベル
よりも大きい二個のビット素子を求める段階と、

前記二個のビット素子の近傍にある複数個のビット素子に対して一ビット素子を飛ばしてビット素子のペアを求め、このビット素子のペアの出力値に基づく直線群を得て、この直線群のうち傾きが最大の直線を第一の直線として求める段階と、

該第一の直線がゼロレベルと交差する位置に最も近い位置にあるゼロクロスビット素子を求め、このゼロクロスビット素子の近傍にある複数個のビット素子の出力値に基づきその複数個のビット素子に適合しかつ第一の直線よりも傾きの小さな第二の直線を求める段階と、

該第二の直線と前記第一の直線との交点を前記光電変換信号分布曲線の交点とみなして求め、前記左側の曲線の交点と右側の曲線の交点とに基づき瞳孔の位置を求める段階と、

からなることを特徴とする視線検出装置の視線検出方法。

(2) 前記瞳孔の中心を求める段階が、

前記左側の交点と右側の交点との中央値として瞳孔中心を求める段階であることを特徴とす

の合焦視野を設け、撮影者の視線が向けられた方向にある合焦ゾーンを選択し、その選択された合焦ゾーンに対応するオートフォーカス光学系を用いて、その選択された合焦ゾーンに重なって見える被写体に対する合焦情報に基づいて被写体に対する合焦を行うものが提案されつつある(特願昭63-143258号参照)。

その視線の方向を検出するために、従来の説明においては図示を略す送光系を用いて平行光束を撮影者の眼に照射し、その眼からの反射光束を受光系の一次元ラインセンサ(CCD)を用いて受光し、第10図に示すように、反射強度の最も大きい第一ブルキンエ像に対応するピーク成分1と眼底からの反射光束に対応する信号成分2とを含む光電変換信号分布曲線3を得、光電変換信号分布曲線3を信号処理して第一ブルキンエ像の位置を検出すると共に、第一ブルキンエ像を含む信号成分1を信号処理の対象から除外して眼の瞳孔の縁の位置を検出し、瞳孔の縁の位置に基づき瞳孔中心を求め、瞳孔中心と第一ブルキンエ像との位置関係を

る請求項1に記載の視線検出装置の視線検出方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、第一ブルキンエ像に対応するピーク成分と眼底からの反射光束に対応する信号成分とを含む光電変換信号分布曲線を得る段階と、光電変換信号分布曲線を信号処理して第一ブルキンエ像の位置を検出する段階と、第一ブルキンエ像を含む信号成分を信号処理の対象から除外して眼の虹彩の縁の位置を検出する段階と、瞳孔の縁の位置に基づき瞳孔中心を求め、瞳孔中心と第一ブルキンエ像との位置関係から視線の方向を検出する段階とからなる視線検出装置の視線検出方法の改良に関する。

(従来の技術)

近時、カメラ、たとえば、一眼レフレックスカメラでは、ファインダーの視野内に複数個の合焦ゾーンを設けると共に、その複数個の合焦ゾーンと光学的に略共役な位置に、そのファインダーの各合焦ゾーンに対応するオートフォーカス光学系

検出する視線検出装置が開発されつつある。なお、4は虹彩からの反射光束に基づく信号成分であり、光電変換信号分布曲線3のすそ野を形成している。

ところで、従来は、その光電変換信号分布曲線3を以下に説明する信号処理を行って視線の方向を検出している。

すなわち、第11図に示すように、二つのスライスレベル SL_1 、 SL_2 を準備し、スライスレベル SL_1 により信号成分2をスライスして瞳孔の縁を求めるための座標 i_1 、 i_2 を求め、ピーク成分1をスライスして座標 PI_1 、 PI_2 を求める。そして、座標 i_1 、 i_2 を加算平均して瞳孔中心を求め、座標 PI_1 、 PI_2 を加算平均して第一ブルキンエ像の位置を求める。この瞳孔中心の位置と第一ブルキンエ像の位置とにより視線の方向を検出している(特願昭62-146067号参照)。

(発明が解決しようとする課題)

ところが、その特願昭62-146067号に開示の信号処理の方法は、スライスレベル SL_2 、 SL_1 によってスライスされた位置の二個のビット素子 B_1 、

B_2 、 B_1' 、 B_2' のみを用いて座標 P_{11} 、 P_{12} 、 i_1 、 i_2 を求めるのみであるので、光電変換信号分布曲線3にノイズが混入した場合にはそのノイズの影響を受け易いという問題点があった。

そこで、第12図に示すように、同一出力値を呈するビット素子の頻度を求め、最も頻度の多いビット素子の出力値を分割レベル B_L に設定し、この分割レベル B_L を用いて分割ピーク成分1' (第14図参照) と分割信号成分2' (第13図参照) とに分割し、この分割ピーク成分1' と分割信号成分2' とをそれぞれその中央 O_2 を境に左右に反転させた反転成分を準備する。そして、分割ピーク成分1' とこの反転成分とを相互にビット素子の配列方向にずらして、出力値の差の絶対値を求める一方、分割信号成分2' とこの反転成分2' とを相互にビット素子の配列方向にずらして出力値の差の絶対値を求める。次に、この絶対値が最小である各ビット素子を分割ピーク成分1' と分割信号成分2' について求め、第1ブルキンエ像の位置と瞳孔の中心とを求める方法が提案され

た(詳細は特願昭63-143258号参照)。この方法によれば、ノイズの影響を極力除去して第一ブルキンエ像の位置と瞳孔の中心とを求めることができる。

ところが、この特願昭63-143258号に開示の信号処理方法は、分割ピーク成分1' の分布、分割信号成分2' の分布が中央を境に左右対称であることが前提となっており、視線検出装置の光学系にゴーストが混在している場合には、その対称性が損なわれて、精度良く瞳孔の中心と第一ブルキンエ像の位置とを求める難いという問題点を残していた。

そこで、本発明の目的は、簡単な処理方法を用いて、ノイズ、ゴースト等の影響を極力除去し、精度良く視線の方向を検出することのできる視線検出装置の視線検出方法を提供することにある。(課題を達成するための手段)

本発明に係わる視線検出装置の視線検出方法は、上記の目的を達成するため、

第一ブルキンエ像に対応するピーク成分と眼底

からの反射光束に対応する信号成分とを含む光電変換信号分布曲線を得る段階と、

該光電変換信号分布曲線を信号処理して第一ブルキンエ像の位置を検出する段階と、

第一ブルキンエ像を含むピーク成分を信号処理の対象から除外する段階と、

眼底の瞳孔の縁の位置を検出する段階と、

該瞳孔の縁の位置に基づき瞳孔中心を求め、前記瞳孔中心と前記第一ブルキンエ像との位置関係から視線の方向を検出する段階とからなる視線検出装置の視線検出方法において、

前記光電変換信号分布曲線を信号処理して第一ブルキンエ像の位置を検出する段階が、前記光電変換信号分布曲線のピーク値に対応するビット素子を検索する処理を行う段階と、

ピーク値を出力するビット素子とそのビット素子を挟む複数個のビット素子とから第一ブルキンエ像の位置を内挿する段階と、

からなり、

前記第一ブルキンエ像を含むピーク成分を信号

処理の対象から除外する段階が、前記ピーク値に対応するビット素子を挟んで複数個のビット素子を信号処理の対象から外すことであり、

前記瞳孔の縁を求める段階が、

その信号処理の対象から除外されたピーク成分の左側の曲線と右側の曲線とについて、一方の曲線の他方の曲線側に位置するビット素子の出力値に基づいてその他方の曲線側のビット素子の出力値よりも小さいスレシホールドレベルを設定する段階と、

そのスレシホールドレベルを境に隣合った二個のビット素子であって一方のビット素子の出力値が前記スレシホールドレベルよりも小さく他方のビット素子の出力値が前記スレシホールドレベルよりも大きい二個のビット素子を求める段階と、

前記二個のビット素子の近傍にある複数個のビット素子に対して一ビット素子を飛ばしてビット素子のペアを求め、このビット素子のペアの出力値に基づく直線群を得て、この直線群のうち傾きが最大の直線を第一の直線として求める段階と、

該第一の直線がゼロレベルと交差する位置に最も近い位置にあるゼロクロスビット素子を求め、このゼロクロスビット素子の近傍にある複数個のビット素子の出力値に基づきその複数個のビット素子に適合しかつ第一の直線よりも傾きの小さな第二の直線を求める段階と、

該第二の直線と前記第一の直線との交点を前記光電変換信号分布曲線の変曲点とみなして求め、前記左側の曲線の変曲点と右側の曲線の変曲点に基づき瞳孔の縁を求める段階と、

からなることを特徴とする。

(作用)

本発明に係わる視線検出装置の視線検出方法は、多数のビット素子を用いて瞳孔中心と第一ブルキンエ像の位置とを求めているので、ノイズ、ゴースト等の影響を極力除去して精度良く視線の方向を検出することができる。また、ニュートンの方に基づき第一の直線と第二の直線とのみを用いてその交点として光電変換信号分布曲線の変曲点を求め、この変曲点を瞳孔の縁の位置として用い

て瞳孔の中心を求めているので、信号処理の方法も簡単である。

(実施例)

以下に、本発明に係わる視線検出装置を一眼レフレックスカメラのオートフォーカス光学系に適用した実施例を図面を参照しつつ説明する。

第3図は一眼レフレックスカメラのファインダー視野を示すもので、そのファインダー視野10には3個の合焦ゾーン11、12、13が設けられている。その合焦ゾーン11、12、13の離間距離は、ここでは、約8mmである。一眼レフレックスカメラには、その各合焦ゾーン11、12、13に対応させてオートフォーカス光学系(図示を略す)が設けられている。このオートフォーカス光学系は、3個の合焦ゾーン11、12、13と略共役な位置に、各合焦ゾーン11、12、13に対応する合焦視野(図示を略す)を有する。そして、各オートフォーカス光学系は第2図に示すようにCCD14、15、16を有する。CCD14、15、16にはオートフォーカス光学系の一部を構成する一対のセパレータレンズ(図示を略す)

により被写体17、18、19の像がそれぞれ再結像される。

CCD14、15、16は後述する視線検出装置の処理回路20の出力信号に基づいていずれかが選択駆動されるもので、以下に、視線検出装置の光学系の概略構成を第2図を参照しつつ説明する。

その第2図において、21はペンタプリズム、22は接眼レンズ、23はカメラのフレーム、24は視線検出装置の送光系、25は視線検出装置の受光系、26はビームスプリッタである。送光系24は光源27'とコンベンセータープリズム28'とから大略構成されている。その光源27'は赤外光を発生するもので、その赤外光はコンベンセータープリズム28'、ペンタプリズム21を介して接眼レンズ22に導かれ、その接眼レンズ22により平行光束とされる。その赤外光束はビームスプリッタ26を介してファインダー窓28に導かれる。このファインダー窓28に眼29を当てると、撮影者はたとえば第3図に示すような被写体17、18、19を見ることができ、同時に、撮影者の眼29には赤外光束が投影

される。

その赤外光束の投影により、第4図に示すように、撮影者の眼29の角膜30に第1ブルキンエ像P1が形成される。その赤外光束の一部は角膜30を透過して眼底に至る。その第1ブルキンエ像P1と瞳孔31の中心32との位置関係を求めれば、眼の回旋角を求めることができるもので、この点に関しては特願昭63-143259号に詳細に開示されている。

その眼底からの反射光束と角膜30からの反射光束とは再びファインダー窓28を介してビームスプリッタ26に導かれる。そして、このビームスプリッタ26により受光系25に向けて反射される。受光系25は縮小レンズ33とミラー34と再結像レンズ35と一次元ラインセンサ(CCD)36とから大略構成されている。一次元ラインセンサ36は所定幅の多数のビット素子を有する。その一次元ラインセンサ36には眼底からの反射光束に基づきシルエットとして浮かび上がった瞳孔の縁37、37'の像と角膜30からの反射光束に基づく第1ブルキンエ像P1と

が再結像される。一次元ラインセンサ36はその再結像に対応した光電変換信号を出力する。その光電変換信号分布曲線3は第1ブルキンエ像P Iに対応するピーク成分1と、眼底からの反射光束に対応する信号成分2と虹彩からの反射光束に対応する信号成分4とからなっている。この光電変換信号分布曲線3を形成する光電変換信号は処理回路20に輸入される。

その処理回路20は所定の演算プログラムに基づき以下に説明する処理を行う。

(1) 第一ブルキンエ像P Iの位置を検出する段階

① 光電変換信号分布曲線3のピークに対応するビット素子を検索する段階

この処理は通常の公知の方法により最大値を求めるもので、まず、最大値記憶メモリ(図示を略す)に初期値 $V_{max}=0$ (第15図のS1参照)を与え、仮り最大値 V_{max} とする。一次元ラインセンサ36のビット素子(その個数をNとする)を左から右に順に参照していき、仮り最大値 V_{max} より大

して求める段階。

まず、真の最大値 V_{max} を出力するビット素子の番号 I_{max} 、真の最大値 V_{max} をビット番号記憶メモリ、最大値記憶メモリからそれぞれ呼び出す。

また、番号 I_{max} のビット素子の左隣のビット素子の番号 I_{max-1} をメモリから呼び出し、その番号 I_{max-1} のビット素子の出力値 $V(I_{max-1})$ をメモリ V_{-1} に記憶させ、次いで、番号 I_{max} のビット素子の右隣のビット素子の番号 I_{max+1} をメモリから呼び出し、番号 I_{max+1} のビット素子の出力値 $V(I_{max+1})$ をメモリ V_{+1} に記憶させる(S5参照)。

次に、 $V_{-1} \leq V_{+1}$ か否かを判断する(S6参照)。次に、S7又はS8に移行して内挿座標 X_{max} を求める処理を行う。

番号 I_{max-1} のビット素子の出力値 V_{-1} と番号 I_{max+1} のビット素子の出力値 V_{+1} とが共に等しいときには、番号 I_{max} のビット素子の中央位置をピーク値として考えることができるが、一般には、番号 I_{max-1} のビット素子の出力値 V_{-1} と番号 I_{max+1} のビット素子の出力値 V_{+1} とは等しいとは限らず、

きな値を出力するビット素子があればそのビット素子の出力値を新たな仮り最大値 V_{max} として更新し、その仮り最大値 V_{max} に対応するビット素子の番号 I_{max} をビット番号記憶メモリ(図示を略す)に記憶する。

すなわち、仮り最大値 V_{max} とI番目のビット素子の出力 $V(I)$ とを比較し(S2参照)、 $V(I) \geq V_{max}$ のときは $V_{max}=V(I)$ 、 $I_{max}=I$ の処理を行う(S3参照)。 $V(I) < V_{max}$ のときはカウント個数を+1して(S4参照)、S2の判断を行う。

$I=1$ からNまで、S1からS4までの処理を繰り返し、最終のビット素子(N番目のビット素子)までこの処理を実行すれば、最大値記憶メモリ V_{max} には真の最大値(ピーク値) V_{max} が記憶され、ビット番号記憶メモリ I_{max} にはその真の最大値 V_{max} を出力するビット素子の番号 I_{max} が記憶される。

② 次に、最大値を出力するビット素子を用いて第1ブルキンエ像P Iの位置を内挿座標 X_{max} と

かつ、ビット素子には傾があるので内挿により I_{max} を求めることにしたのである。

すなわち、不等式 $V_{-1} < V_{+1}$ (または $V_{-1} \leq V_{+1}$)が成立するときには、第5図に示すように、直線の傾きを求める方程式を用い、直線Aと直線Bとの交点として、

$$I_{max} = I_{max} + 1 - \frac{2 \cdot V_{max} - (V_{-1} + V_{+1})}{2 \cdot (V_{max} - V_{-1})}$$

の式を用いて求め(第15図のS8参照)。

前記不等式が成り立たない場合は、

$$I_{max} = I_{max} - 1 + \frac{2 \cdot V_{max} - (V_{-1} + V_{+1})}{2 \cdot (V_{max} - V_{+1})}$$

の式を用いて求める(第15図のS7参照)。

このようにして、第一ブルキンエ像P Iの位置がピーク値を出力するビット素子とそのビット素子を挟む複数個のビット素子とを用いて内挿座標 X_{max} として求める。

(2) 第一ブルキンエ像P Iを含むビットを処理

対象から除去する段階

この処理は、第6図に示すように、ピーク成分1を形成する出力値を出力する番号のビット素子を処理の対象から除外するもので、番号 $I_{...}$ のビット素子の左右の複数個のビット素子の出力値を呼び出さないようにすることにより達成される。第8図では、矢印Cの範囲のビット素子が処理の対象から除外されている。

処理の対象から除外するビット素子の個数は視線検出装置の光学性能と一次元ラインセンサー38のビット素子の幅とが関係するが、光電変換分布曲線3の形状をブラウン管上に映し出してその形状を見ながら決定するのが望ましい。

ここでは、真の最大値 $V_{...}$ を出力するビット素子の番号 $I_{...}$ から左に数えて4番目($I_{...}-4$)と真の最大値 $V_{...}$ を出力するビット素子の番号 $I_{...}$ から右に数えて4番目($I_{...}+4$)との間の各ビット素子を処理対象から除外する。

次に、後述する股の虹彩の線の検出の際に、左側処理に用いるスレッシュホールドレベルと右側

処理に用いるスレッシュホールドレベルとを決定するため、左側の曲線40の右端のビット素子 I_1 と右側の曲線41の左端のビット素子 I_2 とを求める処理を行う。

すなわち、右端のビット素子メモリ I_1 にビット素子番号 $I_{...}-5$ を記憶させる。次に、左端のビット素子メモリ I_2 にビット素子番号 $I_{...}+5$ を記憶させる(第15図の参照S9参照)。

(3) 股の虹彩の線(瞳孔の線37)を検出する段階

この処理はピーク成分1を出力するビット素子を除いたビット素子の出力値を用いて行われるもので、ピーク成分1の左側に存在する曲線40と右側に存在する曲線41との両方に対して実行される。

右側の曲線41に対する処理と左側の曲線40に対する処理とはピーク成分1を境に対称的に実行されるので、ここでは、左側の曲線40に対する処理について詳述する。

左側の曲線40に対する処理は以下の手順で行われる。

①左側の曲線40のほぼ右端に位置する番号 I_1 ($I_1=I_{...}-5$)のビット素子(第6図参照)、すなわち、一方の曲線40の他方の曲線41に位置するビット素子の出力値 $V(I_1)$ よりも小さいスレッシュホールドレベル SL_1 を第1図に示すように設定する。このスレッシュホールドレベル SL_1 はその右端の番号 I_1 のビット素子の出力値 $V(I_1)$ の半分の値を用いるのが望ましい。従って、まず、

$SL_1=V(I_1)/2$ の処理を行う(第18図のS101参照)。

そして、左側の曲線40を構成する出力値のうち隣接する二つのビット素子に注目し、左側のビット素子の出力値(ビット番号の小さい方のビット素子(番号Iで示す)の出力値) $V(I)$ がそのスレッシュホールドレベル SL_1 より小さく、右側のビット素子の出力値(ビット番号の大きい方のビット素子(番号 $I+1$ で示す)の出力値) $V(I+1)$ がスレッシュホールドレベル SL_1 より大きいかな否かの判断を行う(S102参照)。この判断は $I=1$ から I_1 まで繰り返される(S104参照)。この条件を

満足する隣接する二つのビット素子の番号を I_1 、 I_2 (第1図参照)としてメモリに記憶させる。

②次に、ニュートン法を用いて、変曲点5を直線近似の交点として求めるために、第一の直線 K_1 を求める処理を行う。

ここでは、この第一の直線 K_1 を求める処理は番号 I_1 のビット素子から左に数えて四つ目のビット素子 I_1-4 番目のビット素子(これを番号 I_{11} で示す)とその番号 I_1 のビット素子から右に数えて四つ目のビット素子 I_1+4 番目のビット素子(これを番号 I_{12} で示す。)までの間のビット素子を対象として行われ、一ビット素子を飛ばしてビットのペアを求める。このビット素子のペアの出力値を用いて各ビット素子のペアに基づく直線群を求める。たとえば、番号 I_{11} のビット素子の出力値 V_{11} と番号 I_{12} のビット素子の出力値 V_{12} とにより直線 K_{11} が求められ、番号 I_1 のビット素子の出力値 V_1 と番号 I_2 の出力値 V_2 とにより直線 K_1 が求められる。

この処理を行うために、メモリに $I_{10} = I_i - 4$ 、
 $I_{11} = I_i + 4$ を記憶させる (S105参照)。

次に、傾きを求めるためのメモリ A_{11} 、 B_{11} に
 初期値 $A_{11} = 0$ 、 $B_{11} = 0$ を与える (S106参照)。
 そして、メモリ I_{10} 、メモリ I_{11} に、それぞれ番
 号 $I - 1$ 、 $I + 1$ を記憶させ、メモリ D に $D = 2$
 を記憶させる (S107参照)。

そして、第18図の直線演算ルーチン (S108参照)
 に移行して、傾き a 、切片 b を求める。

傾き a は、

$$a = (V(I_{11}) - V(I_{10})) / D$$

切片 b は、

$$b = (I_{11} \times V(I_{10}) - I_{10} \times V(I_{11})) / D$$

により求められる。

そして、その傾き a とメモリ A_{11} に記憶された
 傾きとを比較し (S109参照)、 $a > A_{11}$ であるな
 らば、S110に移行してメモリ A_{11} 、 B_{11} を更新し
 て S108において求めた傾き a と切片 b とをメモリ
 A_{11} 、 B_{11} に記憶させる (S110参照)。これを、
 $I = I_{11}$ から I_{10} まで繰り返せば (S111参照)、

ロスビット素子が得られる。

そして、そのゼロクロス・ビット素子 (番号 I_r)
 より左に数えて四つ目のビット素子 $I_{10} - 4$ (番
 号 I_0) をメモリ I_{10} に記憶させる (S112参照)。
 次に、第18図の直線演算ルーチンに移行し (S11
 3参照)、番号 I_0 のビット素子の出力値 V_0 とその
 ゼロクロスビット番号 I_r のビット素子の出力値 V_r
 とに基づき、複数個のビット素子の出力値に適合
 しかつ第一の直線よりも傾きの小さな第二の直線
 K_2 を求める。ここでは、直線 K_2 の傾き A_2 と切片
 B_2 とを求める。

④そして、第一の直線 K_1 と第二の直線 K_2 との交
 点 X_{000} を数学的方法により求め、その交点 X_{000}
 を変曲点5とみなして扱い、変曲点5を瞳孔の
 縁として取り扱い、左側の曲線40と右側の曲線41
 についてそれぞれ瞳孔の縁37、37の位置を求め
 る。そして、この瞳孔の縁37、37の位置を加算平
 均して瞳孔中心を得る。すなわち、交点 X_{000} は、
 $X_{000} = (B_1 - B_2) / (A_2 - A_1)$

として求められる (S114参照)。

傾きが最大の直線が求められる。

ここでは、番号 I_0 のビット素子と番号 I_r のビ
 ット素子に基づく直線 K_1 が傾きが最大の直線であ
 り、この番号 I_0 のビット素子と番号 I_r のビット
 素子に基づく直線 K_1 が第一の直線 K_1 である。

⑤次に、この第一の直線 K_1 がゼロレベルと交差す
 る位置 X_1 を求める。この位置 X_1 のすぐ左側に中
 心があるビット素子 (最も位置 X_1 に近いビット素
 子) をゼロクロス・ビット素子 (番号 I_r) として
 定める。これは、メモリ I_{10} に $-B_1 / \text{DIVA}_1$ の値を
 記憶させることにより得られる。

これは、メモリ I_{10} に $-B_1 / \text{DIVA}_1$ の値を記憶さ
 せることにより得られる。

ここで、 B / DIVA_1 は、

$$B / \text{DIVA}_1 = \text{SGN}(B / A) * \text{INT}(\text{ABS}(B / A))$$

の処理を行うことを意味し、

$\text{ABS}(B / A)$ は B を A で割った値の絶対値をとるこ
 とを意味し、 INT はその B / A の値のうち、小数点
 以下は切り捨てて整数化することを意味し、 SGN は
 正負の符号判定を意味する。これにより、ゼロク

次に、右側処理 (S11参照) に移行し、同様の
 処理を行う。

右側処理終了後、瞳孔の中心を求めるため、右
 側処理の交点 X_{000} (左) と右側処理の交点 X_{000}
 (右) との平均 X_{000} とを求める (S12参照)。

次に、平均 X_{000} と内挿座標 X_{000} とを用いて
 下記の演算式により、視線方向を求めるために、
 X 座標の位置 X_{00} を求める (S13参照)。

$$X_{00} = 2.467 * (X_{000} - X_{000})$$

この演算式の係数は、特願昭63-143259号の視
 線検出の原理に基づき得たものである。

第7図～第8図はその一次元ラインセンサ38か
 ら出力された光電変換信号分布曲線の実例を示
 しており、第7図は中央の合焦ゾーン12に視線を
 向けた場合の光電変換信号分布曲線3、第8図は
 左側の合焦ゾーン11に視線を向けた場合の光電変
 換信号分布曲線3、第8図は右側の合焦ゾーン13
 に視線を向けた場合の光電変換信号分布曲線3を
 示しており、視線の方向は中央の合焦ゾーン12の
 位置を $X = 0$ として、左側の合焦ゾーン11に視

線を向けた場合の位置は $X = -9 \text{ mm}$ 、右側の合焦ゾーン13に視線を向けた場合は $X = 9 \text{ mm}$ として得られ、実際の処理においても良好の検出結果が得られた。

(効果)

本発明に係わる視線検出装置の視線検出方法によれば、簡単な処理方法を用いて、ノイズ、ゴースト等の影響を極力除去して精度良く視線の方向を検出することができるという効果を奏する。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係わる視線検出装置の処理回路を用いて変曲点をニュートンの方法により求めるための説明図、

第2図は本発明に係わる視線検出装置の光学系の要部構成図、

第3図は第2図に示す視線検出装置が組み込まれた一眼レフレックスカメラのファインダー視野を示す図、

第4図は視線検出装置を用いて眼に形成される第1ブルキンエ像を説明するための説明図、

第5図は第2図に示す処理回路を用いてピーク位置を求める処理を説明するための説明図、

第8図はピーク成分を除くための処理を説明するための説明図、

第7図～第9図は光電変換信号分布曲線の実測例を説明するための説明図、

第10図は光電変換信号分布曲線の説明図、

第11図は従来の視線検出装置の視線検出方法の一例を示す図、

第12図～第14図は従来の視線検出装置の視線検出方法の他の例を示す図、

第15図～第17図は本発明に係わる視線検出装置の視線検出方法のフローチャート、

である。

1…ピーク成分、2…信号成分

3…光電変換信号分布曲線、5…変曲点

20…処理回路、31…瞳孔

32…瞳孔中心、

38…一次元ラインセンサ(CCD)

37…瞳孔の径、PI…第1ブルキンエ像

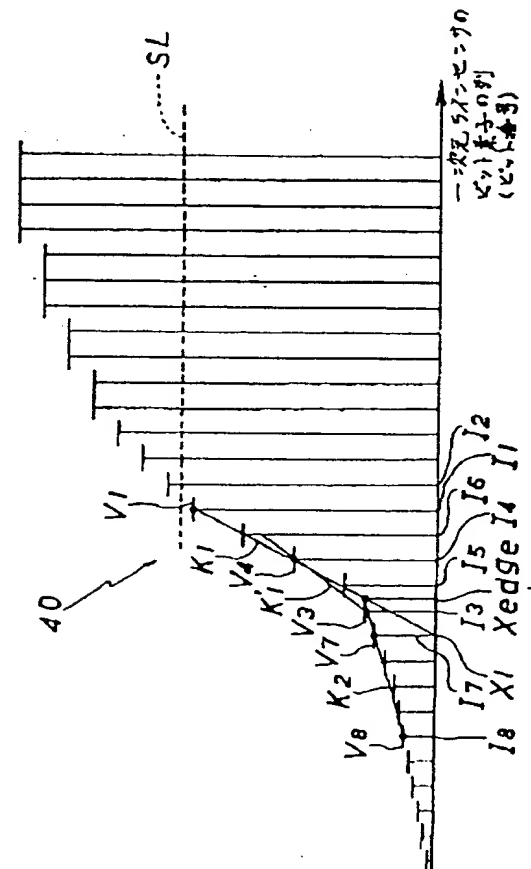
K_1 …第一の直線、 K_2 …第二の直線

K_3 …第三の直線、 $X_{0.0.0}$ …内挿座標

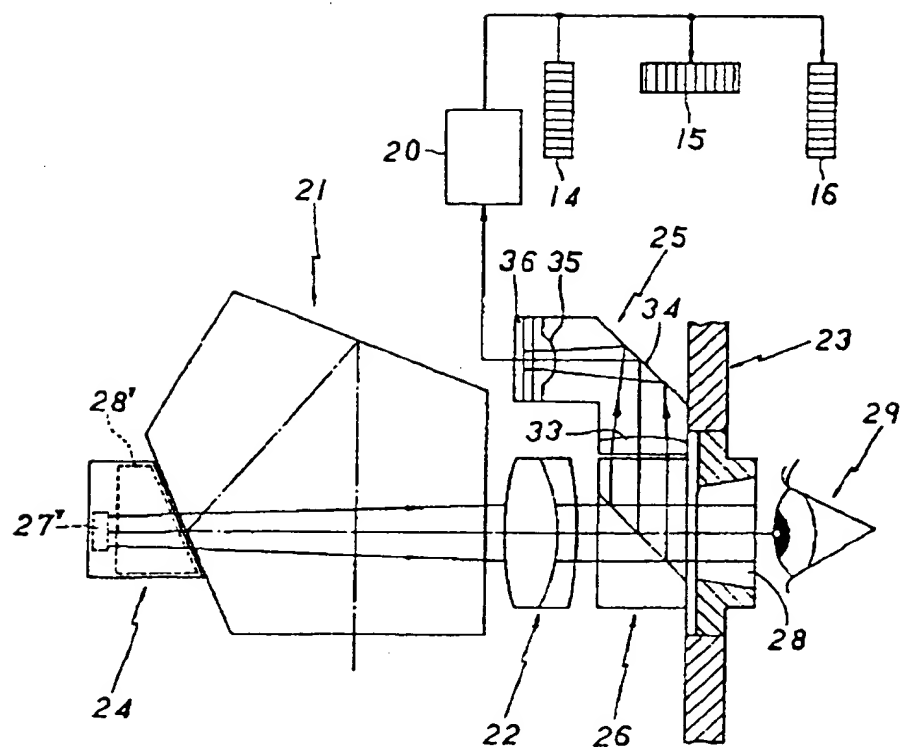
出願人 旭光学工業株式会社

代理人 弁理士 西脇 民雄

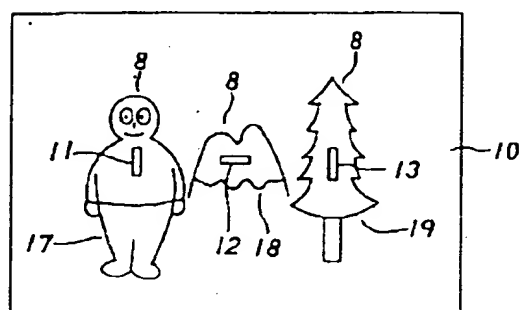
第1図



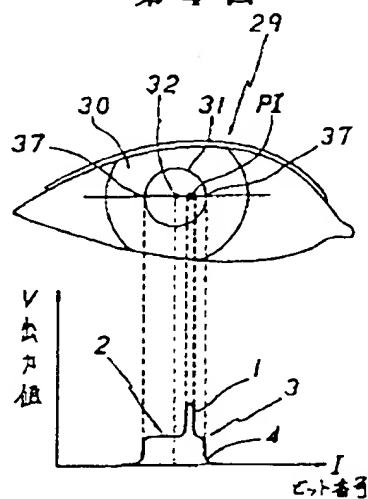
第 2 図



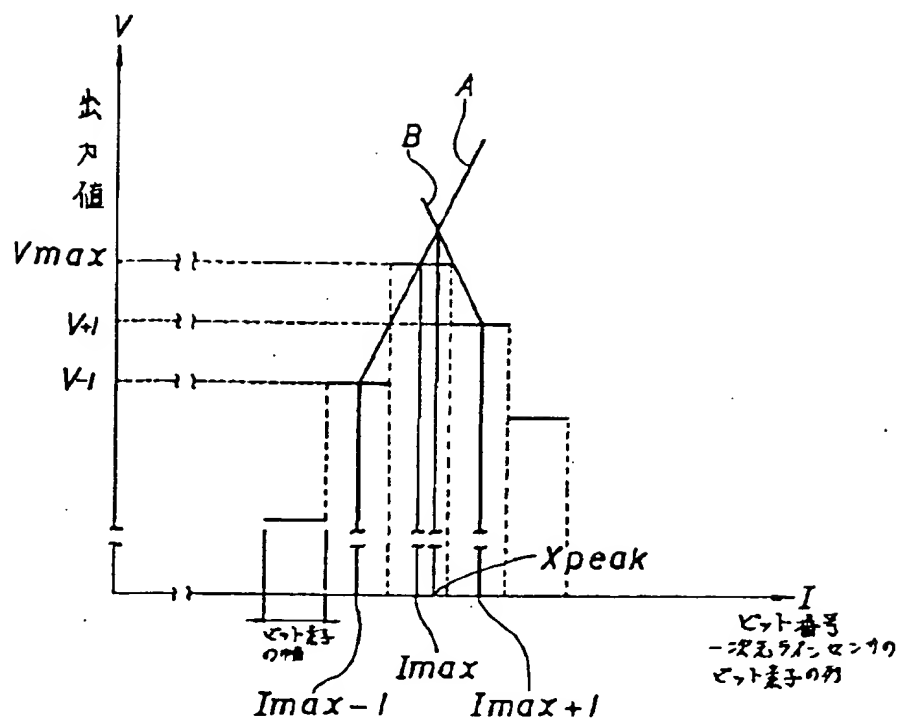
第 3 図



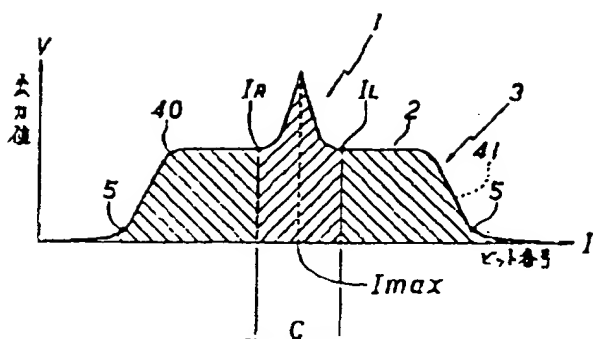
第 4 図



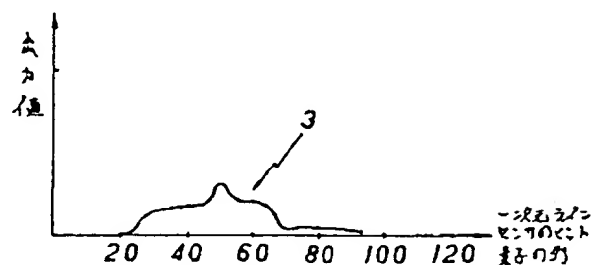
第 5 図



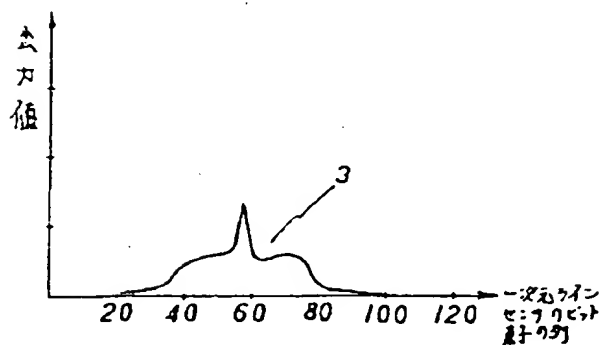
第 6 図



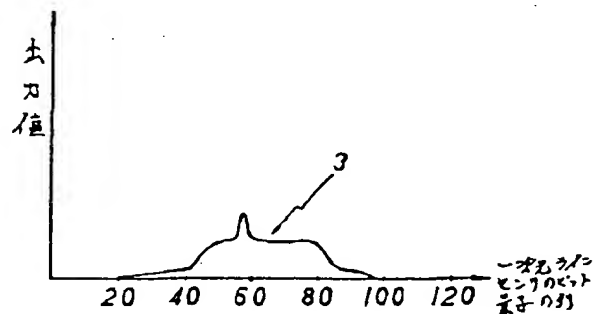
第 8 図



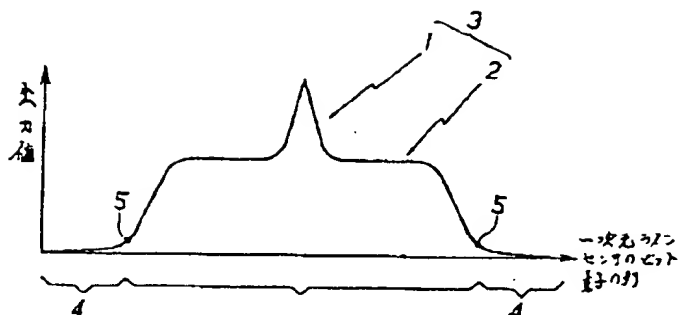
第 7 図



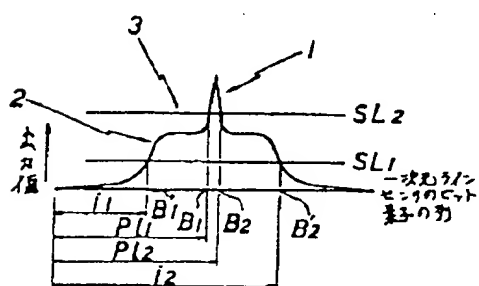
第 9 図



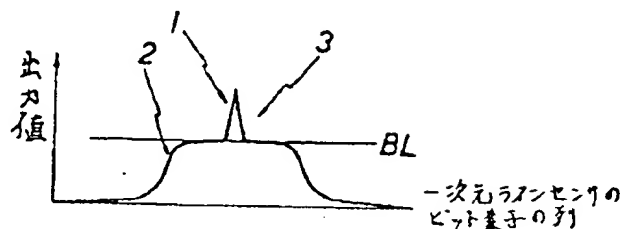
第10図



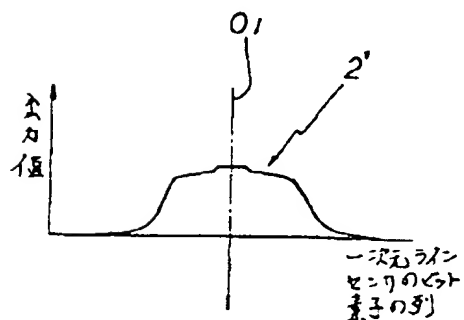
第11図



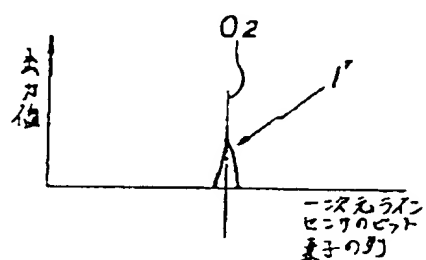
第12図



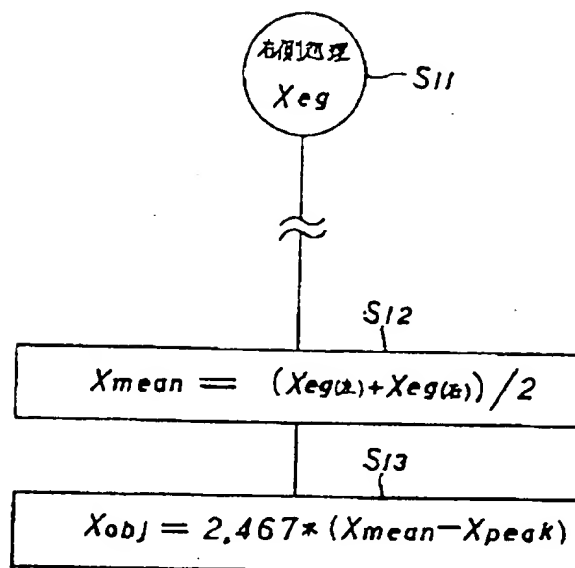
第13図



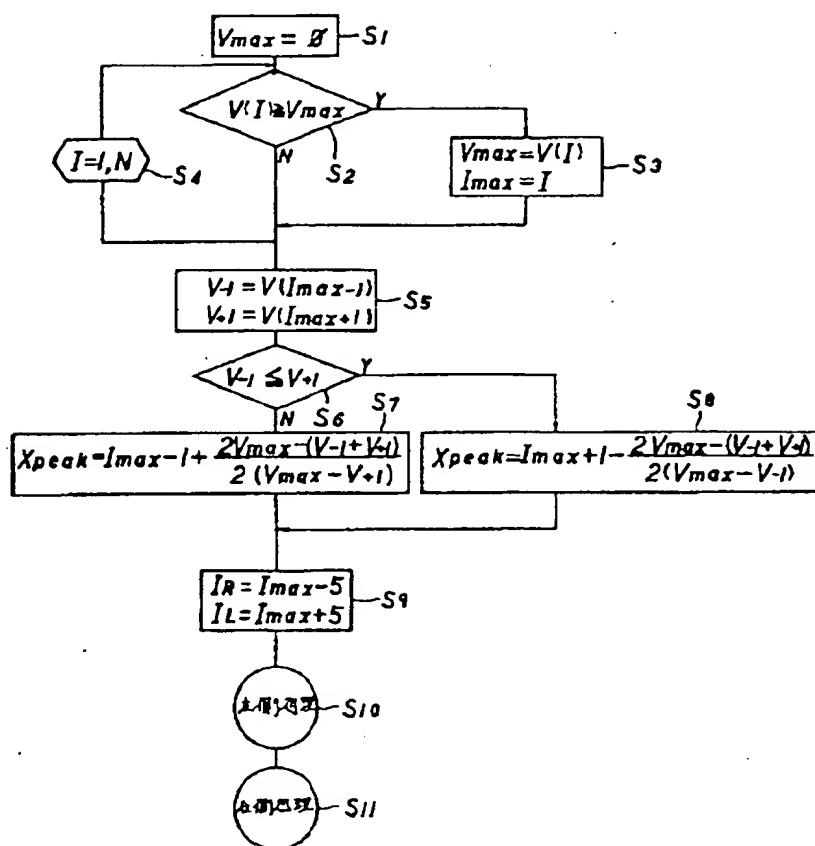
第14図



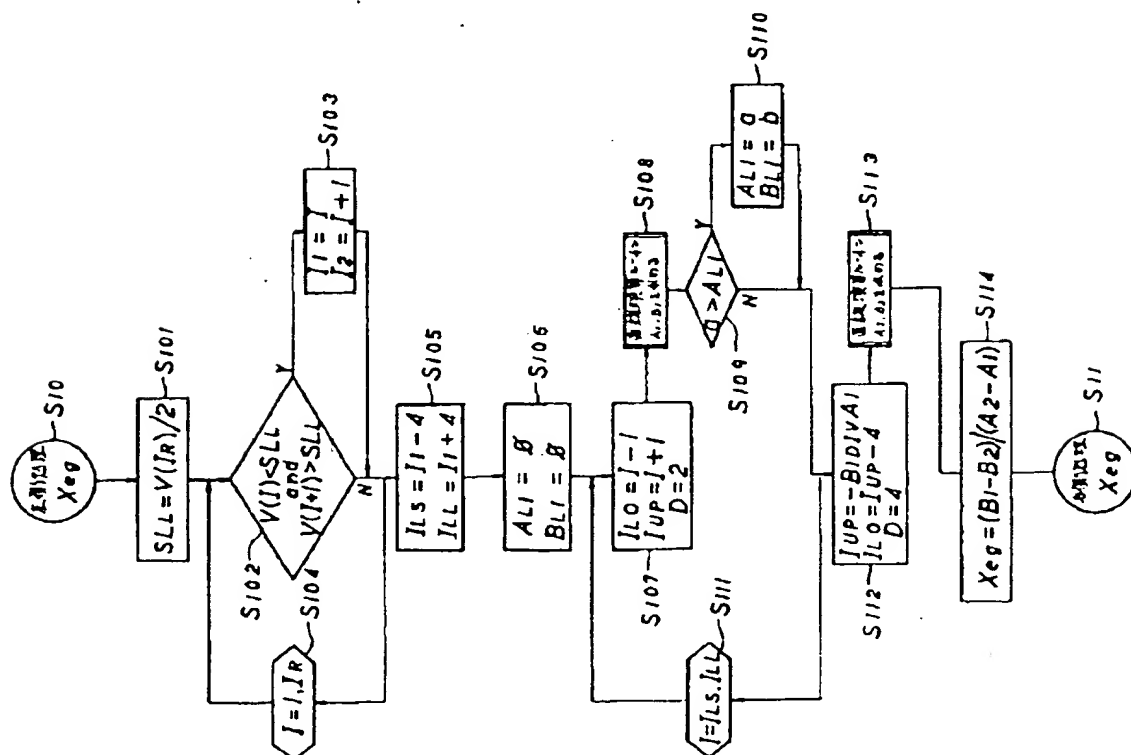
第17図



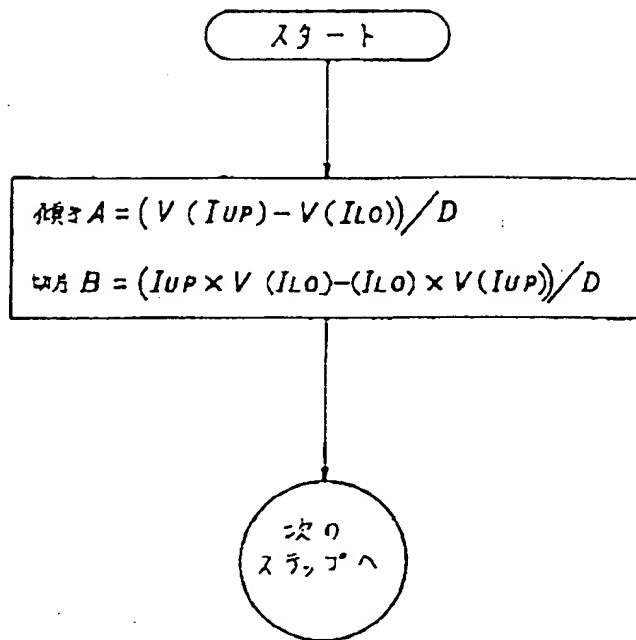
第15図



第16図



第18図



手続補正書（方式）

特許庁長官 殿

平成2年4月3日

1. 事件の表示

平成1年特許願 第318488号

2. 発明の名称

視線検出装置の視線検出方法

3. 補正をする者

事件との関係

出願人

名称 (052) 旭光学工業株式会社

4. 代理人 〒135 電話 820-1811

住所 東京都江東区門前仲町1-14-3

オフィス・プラネット6階

氏名 (8267) 弁理士 西 島 民 雄



5. 補正命令の日付

平成2年3月12日（発送日：平成2年3月27日）

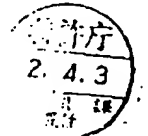
6. 補正の対象

明細書の図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

(1)明細書第28頁第12行に「第17図」とあるのを、
「第18図」と補正する。

方式
審査



This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images
problems checked, please do not report the
problems to the IFW Image Problem Mailbox**